CURSO DE

ÁNALISE DE INVESTIMENTOS

CURSO DE
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

1 - APRESENTAÇÃO DA TERMINOLOGIA FINANCEIRA

1.1 - O Valor do Dinheiro no Tempo

A relação entre entradas e saídas de caixa diferentes em instantes de tempo diferentes, exigem uma medida de equivalência para que se possa escolher entre diferentes alternativas de investimento.

O conceito de equivalência pode ser entendido ao nos questionarmos, por exemplo, qual valor em cruzeiros (Cr$) daqui a um ano seria equivalente, para nós, a Cr$ 1,00 hoje. Caso emprestássemos Cr$ 1,00 a uma taxa de juros de 6% a.a. por 1 ano, poderíamos dizer que Cr$ 1,06 dqui a 1 ano são equivalentes para nós a Cr$ 1,00 hoje, considerando esta taxa como a melhor oportunidade de aplicação.

1.2 - Juros

O juro pode ser definido como a quantia paga pelo uso do dinheiro. A especificação dos juros é feita pela taxa de juros, definida como a razão entre os juros que serão cobrados no fim do período e o capital inicialmente empregado.

1.2.1 - Juros Simples e Juros Compostos

O capital inicial empregado, denominado principal, pode crescer devido aos juros através de duas formas distintas:

a) juros simples

Neste caso, só o principal rende juros, ao longo da vida do investimento.

b) juros compostos

Após cada período, os juros são incorporados ao principal, passando também a render juros. O período de tempo considerado é,

APLICAÇÃO DE Cr$ 100,00 À TAXA DE JUROS 10% AO ANO, CONSIDERANDO-SE JUROS SIMPLES E COMPOSTOS

	JUROS SIMPLES	JUROS COMPOSTOS
VALOR PRESENTE	100	100
APÓS 1 ANO	100 + 0,10 x 100 = 110	100 + 0,10 x 100 = 110
APÓS 2 ANOS	110 + 0,10 x 100 = 120	110 + 0,10 x 110 = 121
APÓS 3 ANOS	120 + 0,10 x 100 = 130	121 + 0,10 x 121 = 133,1
APÓS 4 ANOS	130 + 0,10 x 100 = 140	133,1 + 0,10 x 133,1 = 146,41

então, denominado período de capitalização. Os juros podem ser capitalizados mensalmente, semestralmente, anualmente, etc. O montante é definido como a soma do principal + + juros.

A metodologia de análise de investimentos se baseia em juros compostos, por supor que o investidor sempre tenha interesse em reinvestir as quantias geradas por aplicações anteriores. Por essa razão, de agora em diante, nosso estudo se desenvolverá sempre na hipótese de juros compostos.

1.3 - Taxa Nominal e Taxa Efetiva

A taxa nominal é o valor indicado para a taxa de juros num dado período (mensal, anual, etc.). Por sua vez, a taxa efetiva exprime o valor real da taxa de juros quando capitalizados num período diferente do nominal.

Exemplo:

Considere Cr$ 100,00 aplicados a 2% ao mês, capitalizados mensalmente.

taxa nominal: $i_n = 12 \times 2\% = 24\%$ ao ano

taxa efetiva: $i_E = (1 + 0{,}02)^{12} - 1 = 1{,}268 - 1 =$

$= 0{,}268 = 26{,}8\%$ ao ano

Aplicando a taxa efetiva (26,8%) ao capital inicial (Cr$ 100,00) encontramos o seguinte montante após 1 ano:

$$100\ (1 + 0{,}268) = \underline{126{,}8}$$

Erradamente, se aplicássemos a taxa nominal ao capital inicial teríamos:

$$100\ (1 + 0{,}24) = \underline{124}$$

Em geral, podemos utilizar a seguinte fórmula:

$$i_E = (1 + i_n)^m - 1$$

onde,

i_E - taxa efetiva

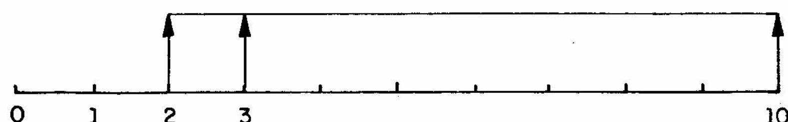
i_n - taxa nominal

m - períodos de capitalização

1.4 - Anuidade

Pode-se definir anuidade como uma série uniforme de pagamentos, ocorrendo no fim de cada ano durante um certo número de anos.

Exemplo:



2 - CONCEITOS INICIAIS

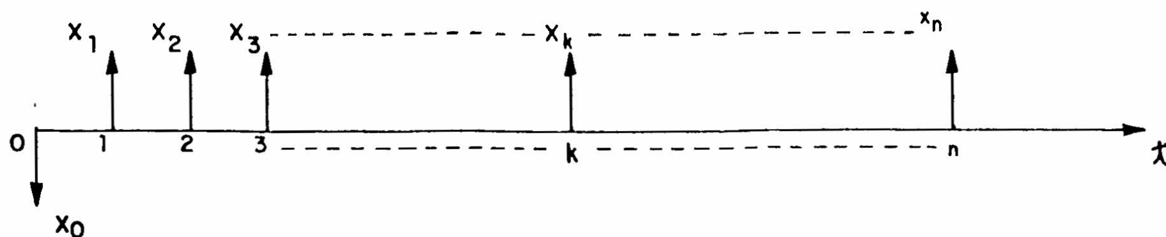
2.1 - Objetivo da Firma

O objetivo da firma é maximizar, na data mais remota onde ainda se façam sentir as consequências do(s) projeto(s), a riqueza dos seus atuais proprietários. Tal objetivo é alcançado através da escolha de alternativas de investimento que forneçam os melhores resultados.

2.2 - Diagrama de Fluxos de Caixa (DFC)

Qualquer proposta de investimento pode ser representada

por um diagrama de fluxos de caixa do tipo:



onde x_k = entradas e saídas efetivas de dinheiro

convenção { ↑ - sinal (+)
↓ - sinal (-)

Premissas:

- não se representa o financiamento do projeto
- o tempo é dividido em períodos e o fluxo de caixa de um período está sempre em seu instante final
- $x_{k's}$ são perfeitamente determinados (não é levada em conta a incerteza inerente a uma estimativa futura)
- $x_{k's}$ não inclui a depreciação, pois não representa um desembolso efetivo de dinheiro.

2.3 - Existência de um Banco "Infinito"

No instante inicial (t = 0), à firma tem à sua disposição fontes de capital sem limites, desde que pague juros a uma taxa <u>i</u>. A taxa <u>i</u> é conhecida como custo de capital, taxa mínima de atratividade ou taxa de desconto da firma.

2.4 - Custo de Capital

Os fundos de investimento de uma firma são constituídos por uma parcela de capital próprio e outra de capital de dívida. O capital próprio consiste dos fundos

dos acionistas existentes (lucros retidos) e do novo fundo de participação criado através da venda de novas ações ordinárias. O capital de dívida, por sua vez, consiste de fundos fornecidos por indivíduos e instituições sob a forma de empréstimos que devem ser repostos de acordo com cláusulas contratuais (debêntures, ações preferenciais).

O custo do capital próprio é a mínima rentabilidade que o acionista exige para manter seu lucro retido na firma, dado que ele pode optar por aplicá-lo em oportunidades externas. Uma definição para o custo de capital próprio é a de que este seja a taxa de desconto de mercado <u>ke</u>, que iguala o valor atual de todos os dividendos previstos ao preço corrente de mercado de ação:

$$ke = \frac{D_1}{P_o} + g$$

sendo,

g - valor esperado do crescimento constante de dividendos

D_1 - dividendo que se espera seja pago ao fim do período 1

P_o - valor de mercado de ação hoje

OBS.: Na realidade <u>ke</u> é constituída de 2 parcelas

$$ke = i + \theta$$

Onde,

i - taxa de juros pura

θ - prêmio pelo risco que os investidores associam a sucessão esperada de lucros

Portanto, o custo do capital próprio varia com o tipo de investimentos nos quais a empresa aplica seus recursos de capital, bem como com o seu grau de "leverage"

(relação entre capital próprio e capital de dívida).

O custo médio ponderado do capital (CMPC) consiste na ponderação entre o custo de capital próprio e o custo de capital de dívida (kd) da seguinte forma:

CMPC = % capital próprio x ke + % capital de dívida x kd

A aceitação de projetos com rendimento superior a este custo permite à empresa elevar o preço de mercado de suas ações.

2.5 - Independência e Exclusão Mútua entre Projetos

Dois ou mais projetos são mutuamente exclusivos quando a escolha de 1 deles impede a escolha dos demais.

A independência entre dois ou mais projetos ocorre quando a escolha de 1 deles não afeta a escolha dos demais.

2.6 - Inflação

Ao analisarmos alternativas de investimento podemos optar por fluxos de caixa a "preços correntes" ou a "preços constantes".

Se considerarmos preços correntes o fluxo de caixa já leva em conta a inflação do período e para tal devemos descontar este fluxo utilizando a taxa efetiva abaixo:

$$i_E = (1 + I)\ (1 + i_r) - 1$$

onde,

I - taxa de inflação no período

i_r - taxa real de valorização de um bem

Se levarmos em conta preços constantes (sem o efeito da inflação) devemos utilizar como taxa de desconto o

custo real do capital:

$$i_R = \frac{(1 + i_E)}{(1 + I)} - 1$$

Exemplo:

Suponhamos que um dado projeto proporcione uma taxa de retorno de 50% ao ano. Sabendo-se que o índice de inflação anual atinge em média 40%, calcular a taxa real de retorno.

$I = 40\%$ a.a.

$i_E = 50\%$ a.a.

$$i_R = \frac{(1 + i_E)}{(1 + I)} - 1 = \frac{(1 + 0,5)}{(1 + 0,4)} - 1$$

$i_R = 7,14\%$ a.a.

2.7 - Período de Planejamento e Horizonte de Estudo

Período de planejamento é o prazo de tempo no futuro sobre o qual tem-se uma suficiente confiança nas estimativas e previsões hoje realizadas.

Horizonte de estudo é o espaço de tempo no qual todos os investimentos previstos no período de planejamento se farão sentir.

Exemplo:

Os estudos de demanda de uma dada cidade previram que no ano 10 (além de 10 anos não há suficiente confiança nos dados) a demanda será de 10.000 terminais. O plano para atendimento dessa cidade possui duas alternativas:

a) colocar hoje uma central crossbar com 10.000 terminais.

b) colocar hoje uma central passo a passo com 10.000 terminais.

A vida útil da central crossbar é de 30 anos e das centrais passo a passo 15 anos.

Logo,

período de planejamento: 10 anos

período de estudo: 30 anos

2.8 - Vida Útil e Valor Residual

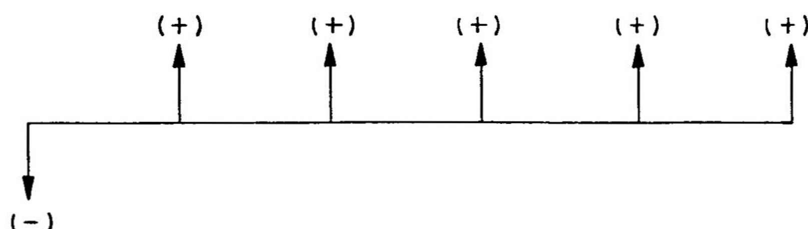
Pode-se definir vida útil como o intervalo de tempo entre a instalação de um dado equipamento e a sua remoção final de serviço.

O valor residual é definido como o valor do equipamento ao fim de sua vida útil.

2.9 - Investimentos Convencionais e Não Convencionais

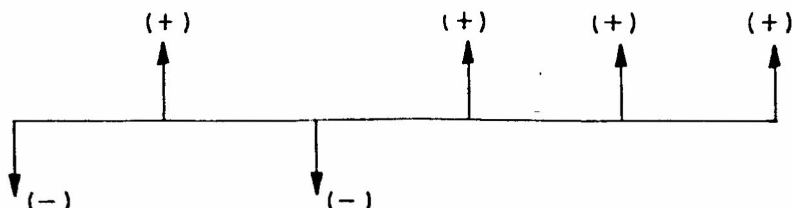
Investimentos convencionais são aqueles em que todas as saídas de caixa precedem a todas as entradas de caixa ou vice-versa (ocorre apenas 1 variação de sinal).

Exemplo:



Investimentos não convencionais são aqueles em que as saídas de caixa se intercalam às entradas de caixa indistintamente (ocorre mais de uma variação de sinal).

Exemplo:



3 - PRINCIPAIS MÉTODOS

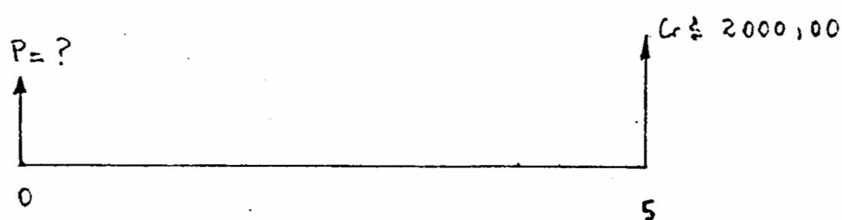
Nomenclatura

$(p/f)_n^i$ = fator de equivalência que converte um valor futuro num valor presente a uma taxa de juros i e num período n.

$(p/a)_n^i$ = fator de equivalência que converte uma anuidade num valor presente a uma taxa de juros i e num período n.

Exemplos:

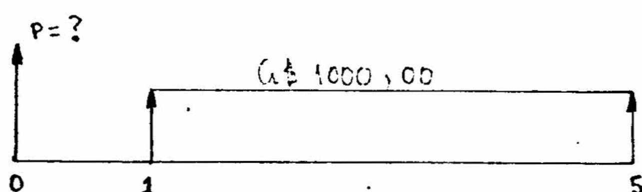
Valor Presente de Um Valor Futuro



P= CR$ 2.000,00x$(p/f)_5^{8\%}$ =

P= CR$ 2.000,00x0,6806= CR$ 1.361,20

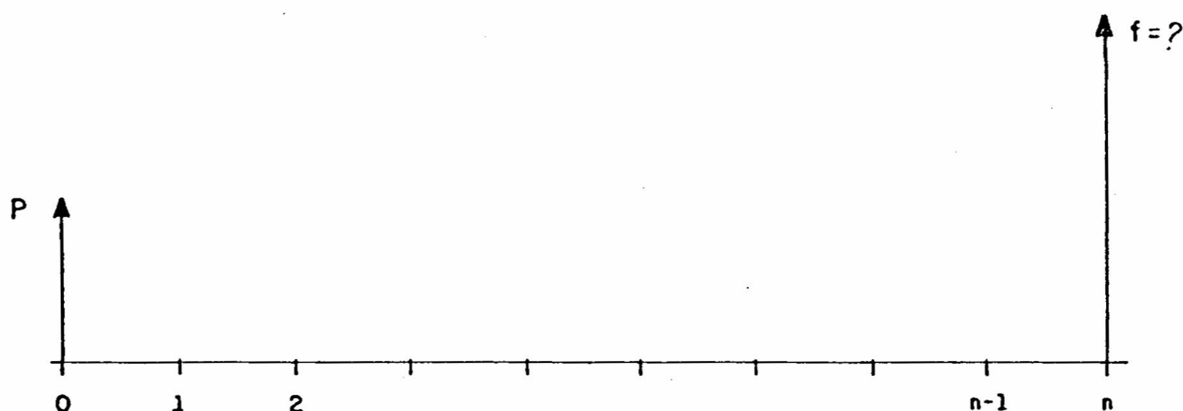
Valor Presente de Uma Anuidade



P= CR$ 1.000,00x$(p/a)_5^{8\%}$ =

= CR$ 1.000,00x3,993= CR$ 3.993,00

DETERMINAÇÃO DO VALOR FUTURO "f", EQUIVALENTE À APLICAÇÃO DO VALOR PRESENTE "p", À TAXA DE JUROS "i", NUM PERÍODO "n"



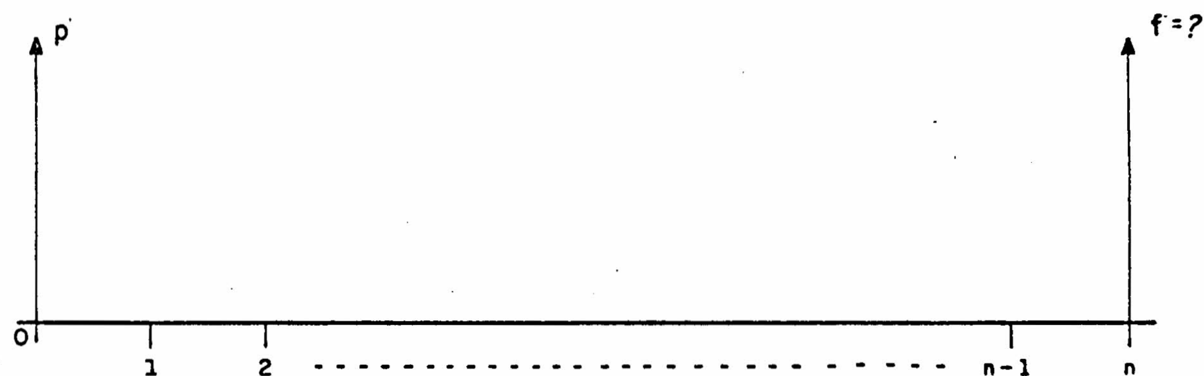
ANO	QUANTIA NO INÍCIO DO PERÍODO	QUANTIA NO FINAL DO PERÍODO
1	$p = p(1 + i)^0$	$p(1 + i)$
2	$p(1 + i)$	$\left[p(1+i)\right](1+i) = p(1+i)^2$
3	$p(1 + i)^2$	$\left[p(1+i)^2\right](1+i) = p(1+i)^3$
n-1	$p(1 + i)^{n-2}$	$\left[p(1+i)^{n-2}\right](1+i) = p(1+i)^{n-1}$
n	$p(1 + i)^{n-1}$	$\left[p(1+i)^{n-1}\right](1+i) = p(1+i)^n$

DONDE

$$f = p\,(1 + i)^n$$

DETERMINAÇÃO DO VALOR FUTURO "f"

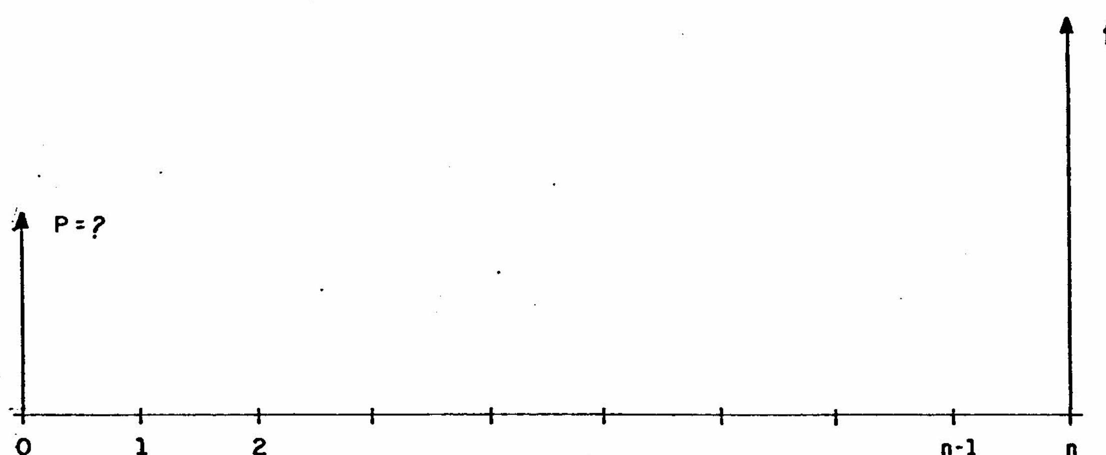
DADO UM VALOR PRESENTE "p" NUM PERÍODO "n" À TAXA DE JUROS "i".



$$f = p\,(1+i)^n$$

$$\boxed{f = (f/p)_n^i \cdot p} \quad \text{onde} \quad \boxed{(f/p)_n^i = (1+i)^n}$$

DETERMINAÇÃO DO VALOR PRESENTE "p" EQUIVALENTE A UM VALOR FUTURO "f", APLICADO À TAXA DE JUROS "i", APÓS "n" PERÍODOS

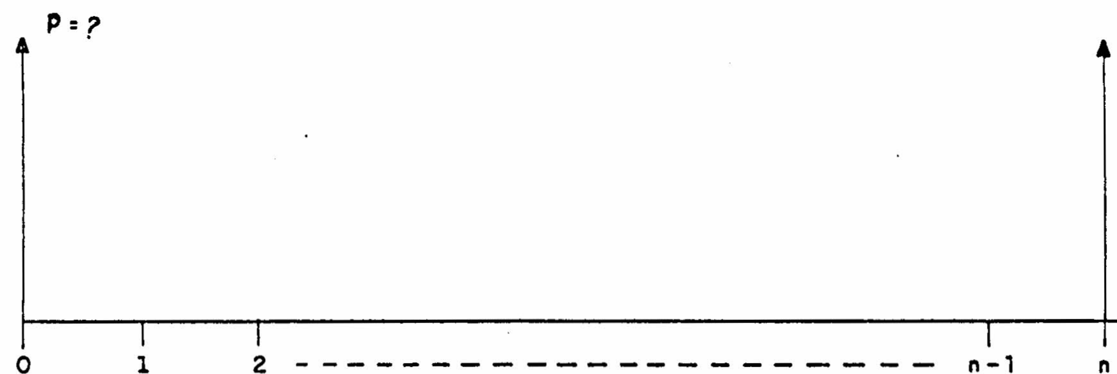


SENDO $f = (1 + i)^n \cdot p$

ENTÃO, $$p = \frac{1}{(1 + i)^n} \cdot f$$

DETERMINAÇÃO DO VALOR PRESENTE "p".

DADO UM VALOR FUTURO "f", NUM PERÍODO "n", À TAXA DE JUROS "i"



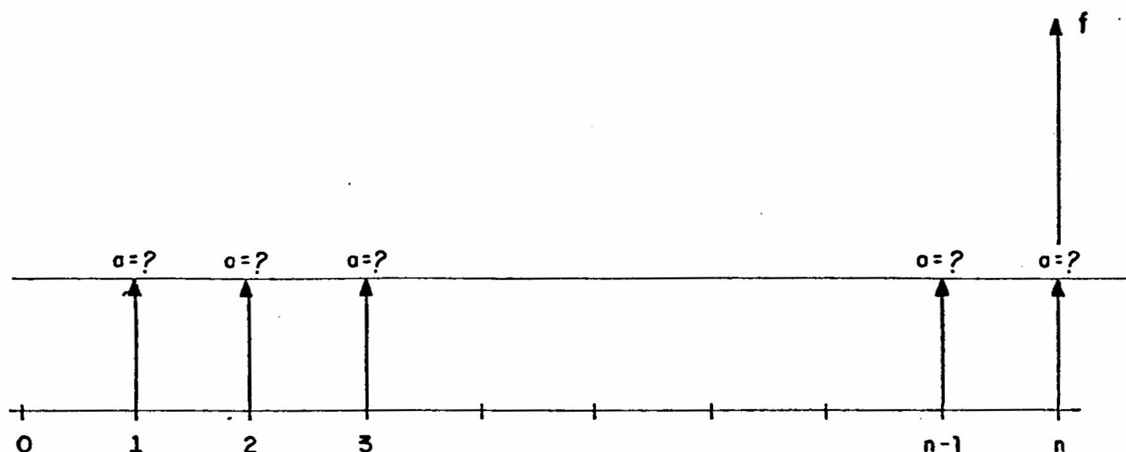
$$p = \frac{1}{(1+i)^n} \cdot f$$

$$p = (p/f)_n^i \cdot f$$

onde

$$(p/f)_n^i = \frac{1}{(1+i)^n}$$

DETERMINAÇÃO DAS ANUIDADES "a" QUE PAGAS DURANTE "n" PERÍODOS, À TAXA DE JUROS "i", TEM SUA SOMA EQUIVALENTE A UM VALOR FUTURO "f"



SABENDO-SE QUE:

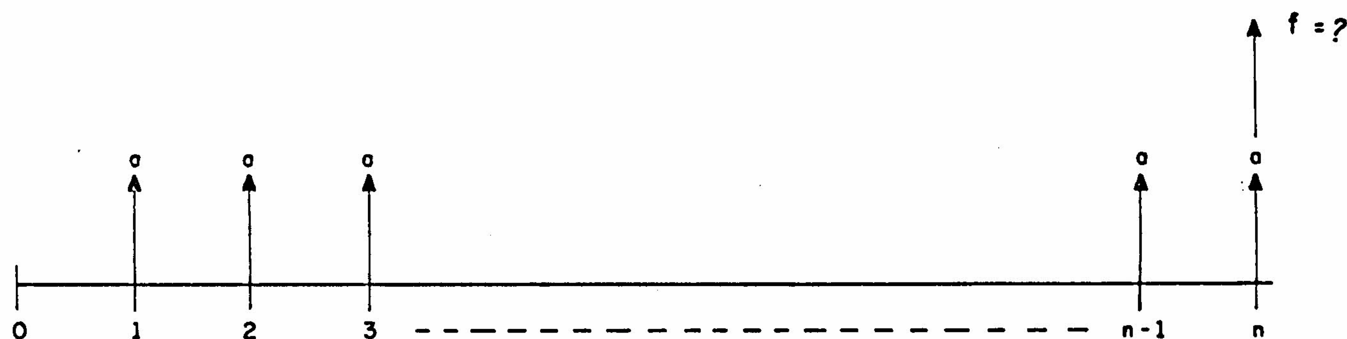
$$f = a \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

ENTÃO:

$$\boxed{a = f \frac{i}{(1+i)^n - 1}}$$

DETERMINAÇÃO DO VALOR FUTURO "f".

DADA UMA SÉRIE DE ANUIDADES "a", NUM PERÍODO "n", À TAXA DE JUROS "i".



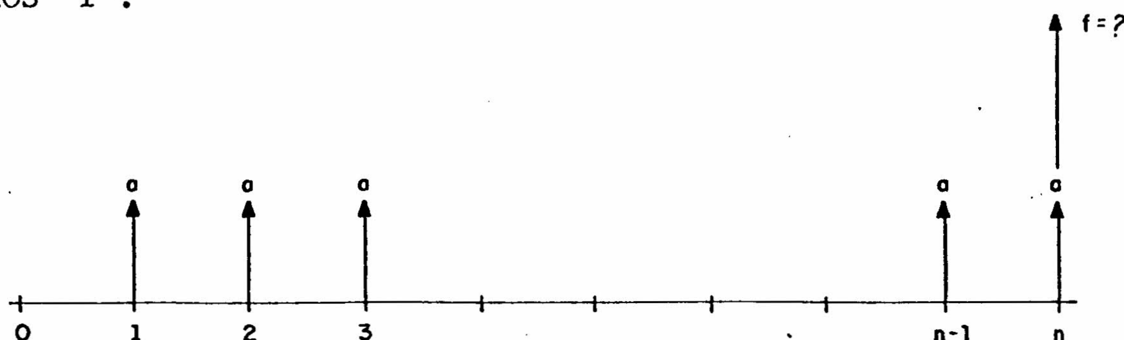
$$f = a . \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$f = (f/a)_n^i . a$$

onde

$$(f/a)_n^i = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

DETERMINAÇÃO DO VALOR FUTURO "f" EQUIVALENTE AO PAGAMENTO DE UMA SÉRIE DE ANUIDADES "a", DURANTE UM PERÍODO "n", À TAXA DE JUROS "i".



$$f = a(f/p)^{i}_{n-1} + a(f/p)^{i}_{n-2} + a(f/p)^{i}_{n-3} + \dots + a(f/p)^{i}_{1} + a$$

$$= a \underbrace{\left[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + (1+i)^{n-3} + \dots + (1+i) + 1\right]}_{P.G.}$$

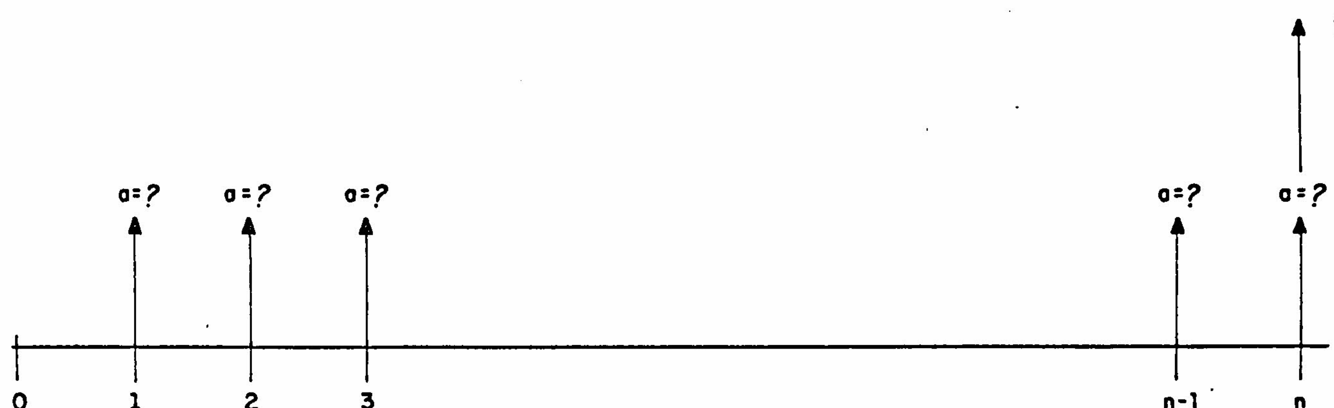
$a_1 = 1$ $\quad a_n = (1+i)^{n-1}$ $\quad q = 1 + i$

$$S = \frac{a_n q - a_1}{q - 1} = \frac{(1 + i)^{n-1} \cdot (1 + i) - 1}{1 + i - 1} = \frac{(1 + i)^{n} - 1}{i}$$

LOGO,

$$\boxed{f = a \cdot \frac{(1 + i)^{n} - 1}{i}}$$

DETERMINAÇÃO DAS ANUIDADES "a" QUE, APLICADAS A CADA PERÍODO À TAXA DE JUROS "i", AO FIM DE "n" PERÍODOS TERÃO COMO FUNDO "f".



$$a = f \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

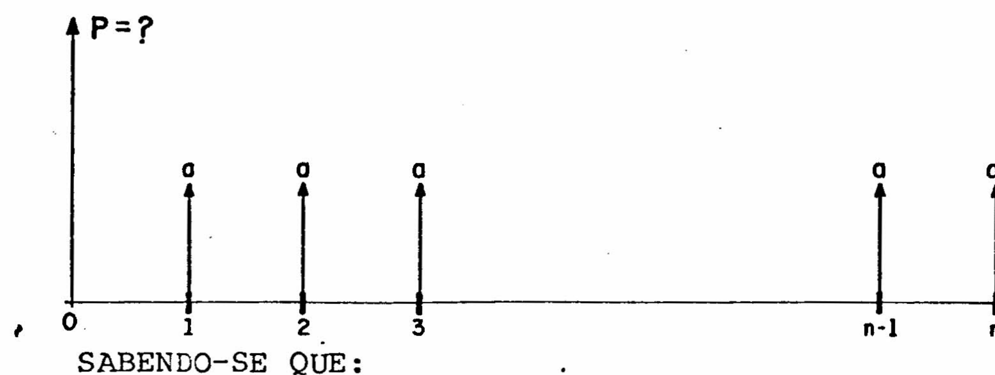
$$a = (a/f)_n^i \cdot f$$

onde

$$(a/f)_n^i = \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

(FATOR FUNDO DE AMORTIZAÇÃO)

DETERMINAÇÃO DO VALOR PRESENTE "f" EQUIVALENTE A SOMA DE PAGAMENTOS DE ANUIDADES "a", À TAXA DE JUROS "i", QUE AO FIM DE "n" PERÍODOS, DEIXA SALDO NULO



SABENDO-SE QUE:

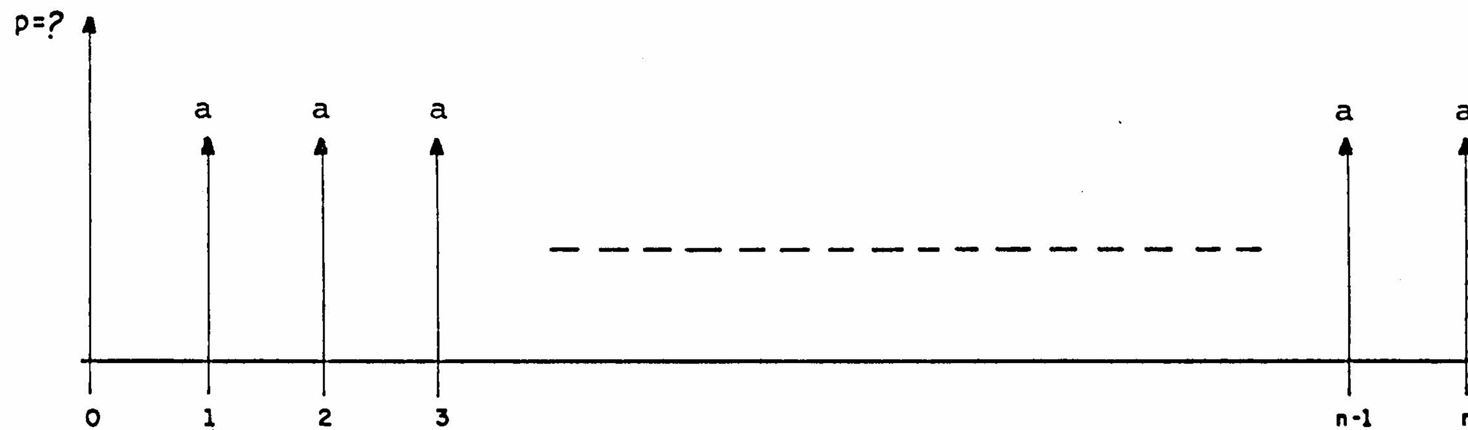
$$f = a \frac{(1+i)^n - 1}{i} \qquad \text{e,}$$

$$p = f \cdot (p/f)_n^i = f \cdot \frac{1}{(1+i)^n}$$

SEGUE-SE QUE:

$$\boxed{p = a \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}}$$

DETERMINAÇÃO DO VALOR PRESENTE "p", EQUIVALENTE A UMA SOMA DE ANUIDADES "a", RETIRADAS A CADA PERÍODO, A TAXA DE JUROS "i", NUM PERÍODO "n".



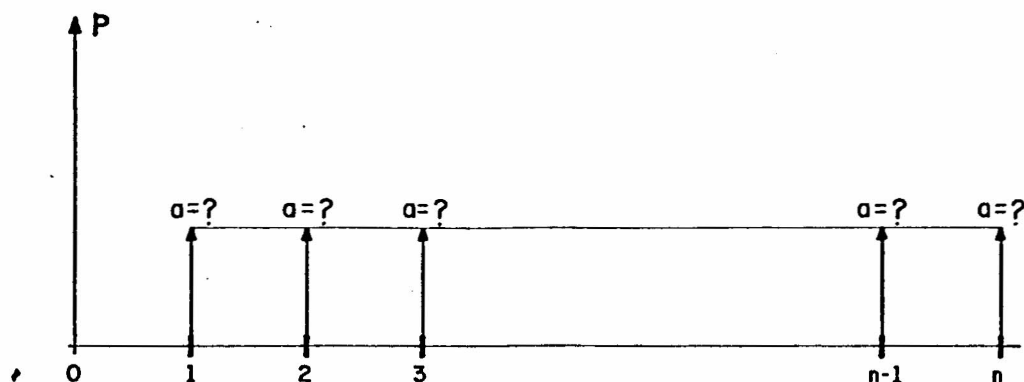
$$p = a \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i.(1+i)^n} \right]$$

$$p = (p/a)_n^i \cdot a$$

onde

$$(p/a)_n^i = \frac{(1+i)^n - 1}{i.(1+i)^n}$$

DETERMINAÇÃO DE UMA SÉRIE DE ANUIDADES "a" QUE PAGAS À TAXA DE JUROS "i", DURANTE "n" PERÍODOS TEM SUA SOMA EQUIVALENTE A UM VALOR PRESENTE "p"



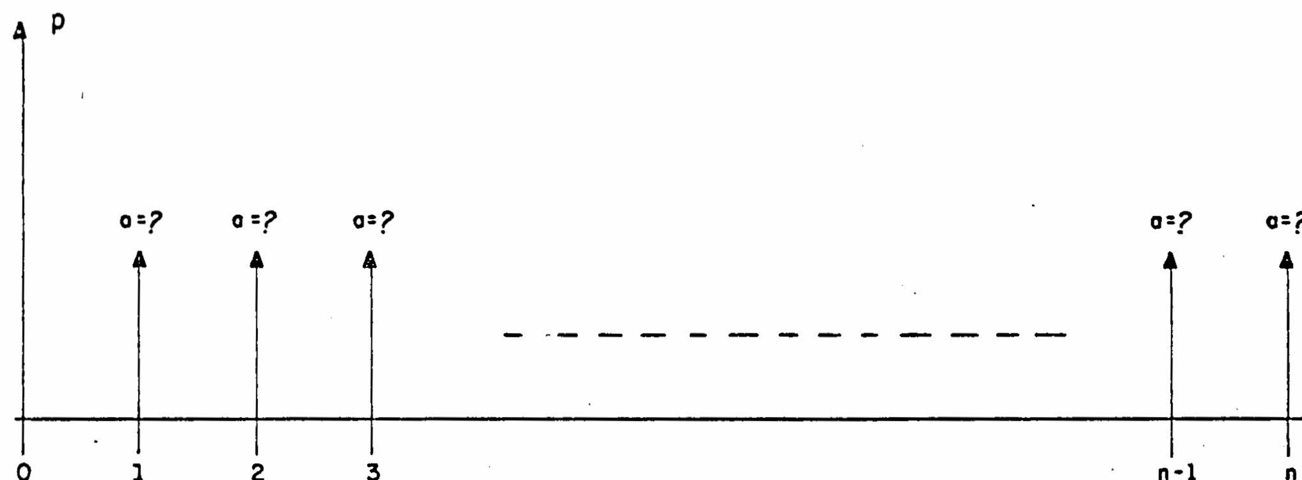
SABENDO QUE:

$$p = a \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$$

TEM-SE QUE

$$a = p \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

DETERMINAÇÃO DAS ANUIDADES "a" QUE, RETIRADAS, A CADA PERÍODO À TAXA DE JUROS "i", AO FIM DE "n" PERÍODOS, DARÃO O FUNDO COM SALDO NULO.



$$a = p \cdot \frac{i\,(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$a = (a/p)^i_n \cdot p$$

onde

$$(a/p)^i_n = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

(fator de amortização)

N O M E N C L A T U R A

$(f/p)_n^i$ FATOR DE EQUIVALÊNCIA QUE CONVERTE UM VALOR PRESENTE "p" NUM VALOR FUTURO "f" A UMA TAXA DE "i" EM "n" PERÍODOS.

$(p/f)_n^i$ FATOR DE EQUIVALÊNCIA QUE CONVERTE UM VALOR FUTURO "f" NUM VALOR PRESENTE "p" A UMA TAXA DE JUROS "i" EM "n" PERÍODOS.

$(p/a)_n^i$ FATOR DE EQUIVALÊNCIA QUE CONVERTE SÉRIE DE ANUIDADES "a" DE "n" PERÍODOS, A UMA TAXA DE JUROS "i", NUM VALOR PRESENTE "p".

$(a/p)_n^i$ FATOR DE EQUIVALÊNCIA QUE CONVERTE UM VALOR PRESENTE "p" EM UMA SÉRIE DE ANUIDADES "a" DE "n" PERÍODOS, A UMA TAXA DE JUROS "i".

$(f/a)_n^i$ FATOR DE EQUIVALÊNCIA QUE CONVERTE UMA SÉRIE DE ANUIDADES "a" DE "n" PERÍODOS, NUM VALOR FUTURO "f", A UMA TAXA DE JUROS "i".

$(a/f)_n^i$ FATOR DE EQUIVALÊNCIA QUE CONVERTE UM VALOR FUTURO "f" A UMA TAXA DE JUROS "i", NUMA SÉRIE DE ANUIDADES "a" DE "n" PERÍODOS.

3.1 - Métodos para a Análise da Viabilidade de uma Proposta de Investimento

3.1.1 - Valor Futuro

Mede a contribuição marginal do projeto para a riqueza dos proprietários numa data futura (n).

$$VF = \sum_{k=0}^{n} X_k (1 + i)^{n - k}$$

3.1.2 - Valor Presente

É o equivalente hoje da contribuição marginal do projeto para a riqueza dos acionistas.

$$VP = \sum_{k=0}^{n} X_k (1 + i)^{-k}$$

Quando VF ou VP
- > 0 o projeto é viável
- < 0 o projeto é inviável
- $= 0$ indiferente

3.1.3 - Taxa Interna de Retorno (válida apenas para investimentos convencionais)

Determina-se r (rentabilidade do investimento) tal que:

$$\sum_{k=0}^{n} X_k (1 + r)^{-k} = 0$$

Quando r
- $> i$ o projeto é viável
- $< i$ o projeto é inviável
- $= i$ indiferente

onde i é a taxa mínima de atratividade

3.2 - Principais Métodos de Comparação entre 2 ou mais Alternativas de Investimento

3.2.1 - Método dos Custos Anuais (CA)

O método do custo anual é comumente usado para comparar custos de alternativas. Estas deverão gerar o mesmo nível de receita, para que a comparação dos custos sirva de critério de decisão.

A aplicação do método é indicada quando todas as alternativas possuem a mesma data de início, mas términos diferentes. Nesse caso supõe-se que ao fim da vida útil de um equipamento este é substituído por um outro equipamento equivalente, incorrendo nos mesmos custos anuais.

EXERCÍCIO 1

A companhia Alfa está considerando 2 alternativa de investimento para a produção de determinado artigo. O equipamento A exige um investimento inicial de Cr$ 100.000.000,00, tendo um custo anual de manutenção, mão-de-obra, energia, etc. de Cr$ 5.000.000,00, vida útil de 8 anos e valor residual zero. Já o equipamento B, requer um investimento inicial de Cr$ 80.000.000,00, com despesas de Cr$ 4.000.000,00, ao ano, vida útil de 6 anos e possuindo ainda um valor residual de Cr$ 10.000.000,00. A taxa mínima de atratividade é 10% a.a. Usando o método do CA, decidir qual o equipamento que deve ser escolhido.

EQUIPAMENTO A:

$I_0 = 100.000.000$

Custo (manutenção, m.o., energia, etc.) = 5.000.000/ano

- Vida Útil = 8 anos
- Valor Residual = zero

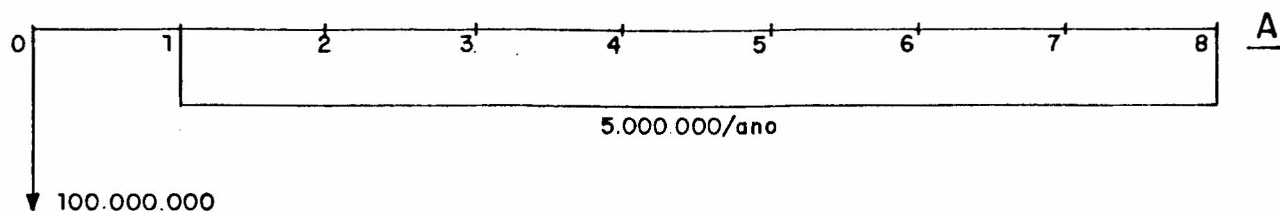
EQUIPAMENTO B:

$I_0 = 80.000.000$

Custo (manutenção, m.o., energia, etc.) = 4.000.000/ano

- Vida Útil = 6 anos
- Valor Residual = 10.000.000

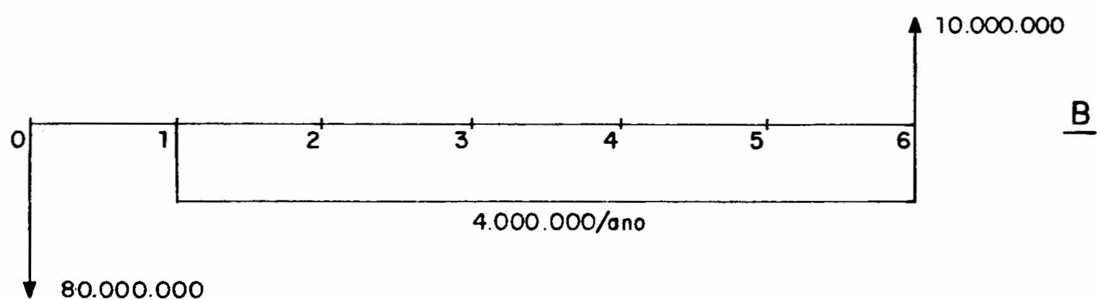
SOLUÇÃO.



$$CA_a = 100.000.000 \times (a/p)_8^{10\%} + 5.000.000$$

$$= 100.000.000 \times 0,1874 + 5.000.000$$

$$= \underline{23.744.493,80}$$



$$CA_b = 80.000.000 \times (a/p)_6^{10\%} + 4.000.000 - 10.000.000 \times (a/p)_6^{10\%}$$

$$= 80.000.000 \times 0,2296 + 4.000.000 - 10.000.000 \times 0,1296$$

$$= 21.072.846,44$$

3.2.2 - Método do Valor Presente (VP)

O método do valor presente corresponde a soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto, atualizados à taxa adequada de desconto:

$$VP_o = F_o + \frac{F_1}{1+r} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \ldots =$$

$$= \sum_{i=0}^{u} \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

O projeto será viável se apresentar um VP positivo, e na escolha entre projetos alternativos a preferência recai sobre aquele com maior VP positivo.

A aplicação mais apropriada para o método do VP é no caso de planos alternativos terem a mesma data de término.

3.2.3 - Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Por definição, a taxa interna de retorno (TIR) é aquela taxa de juros que iguala a zero o valor presente líquido de um projeto. Logo, é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos benefícios de um projeto ao valor presente dos seus custos:

$$F_o + \frac{F_1}{1+r^*} + \frac{F_2}{(1+r^*)^2} + \ldots + \frac{F_n}{(1+r^*)^n} = 0$$

onde r^* corresponde à TIR.

Este indicador é um dos mais utilizados como parâmetro de decisão, e o critério adotado diz que um projeto é viável e deve ser considerado

1) COMPRA À VISTA



1.1) Cálculo do Valor Presente:

$$VP = -74.424 + \frac{20.760}{(1+0,36)} + \frac{1,4 \times 20.760}{(1+0,36)^2} + \frac{(1,4)^2 \times 20.760}{(1+0,36)^3} + \frac{(1,4)^3 \times 20.760}{(1+0,36)^4} +$$

$$+ \frac{(1,4)^4 \times 20.760}{(1+0,36)^5} = -74.424 + 15.264,71 + 15.713,67 + 16.175,83 + 16.651,59 + 17.141,35$$

VP = 6.523,15

1.2) Cálculo da Taxa Interna de Retorno:

$$-74.424 + \frac{20.760}{(1+i)} + \frac{1,4 \times 20.760}{(1+i)^2} + \frac{(1,4)^2 \times 20.760}{(1+i)^3} + \frac{(1,4)^3 \times 20.760}{(1+i)^4} +$$

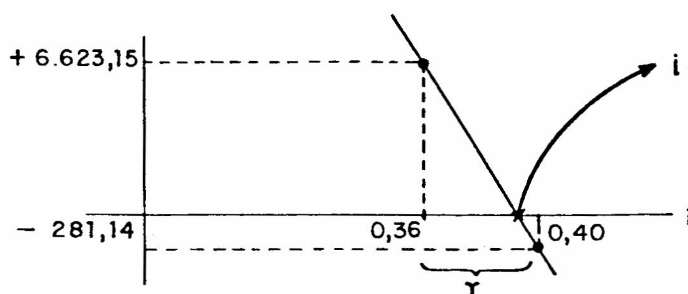
$$+ \frac{(1,4)^4 \times 20.760}{(1+i)^5} = 0$$

Resclvendo por tentativas, temos:

para i = 36% ⟶ VP= 6.523,15

para i = 40% ⟶ VP= -281,14

Interpolando:

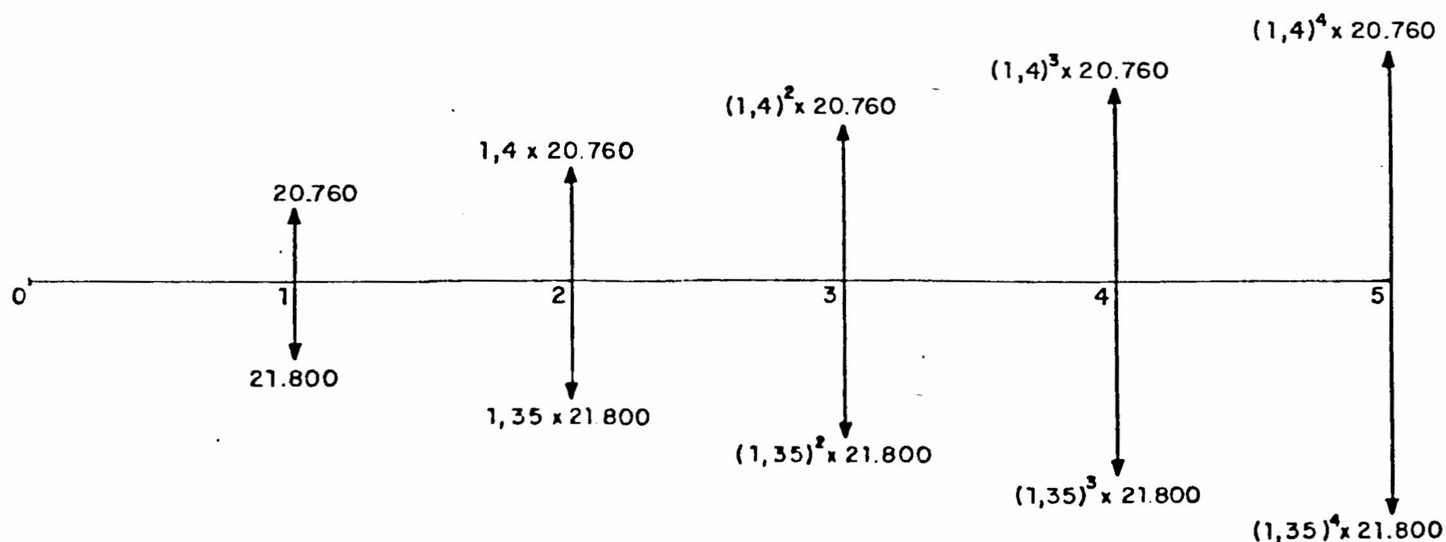


$$\frac{6.804,29}{0,04} = \frac{6.523,15}{x} \therefore \quad x = 0,0383 \quad \text{(4 casas decimais)}$$

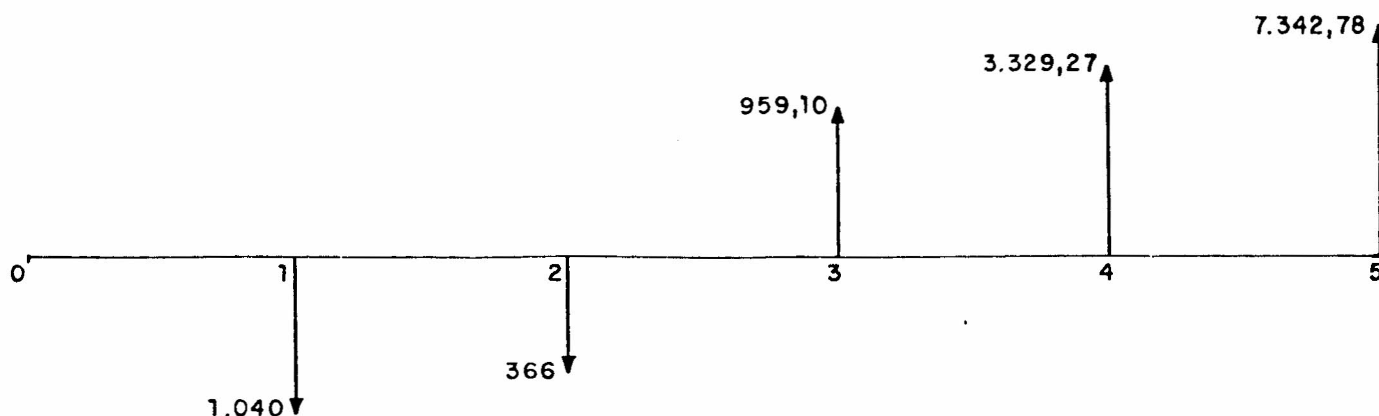
i_1 = 0,36 + 0,0383 = 0,3983

i_1 = 39,83%

2) <u>LEASING</u>



Fluxo de caixa resultante:



2.1) Cálculo do Valor Presente:

$$VP = \frac{-1.040}{(1+0,36)} - \frac{366}{(1+0,36)^2} + \frac{959,10}{(1+0,36)^3} + \frac{3.329,27}{(1+0,36)^4} + \frac{7.342,78}{(1+0,36)^5}$$

$$= -764,71 - 197,88 + 381,28 + 973,18 + 1.578,21$$

$$VP = 1.970,08$$

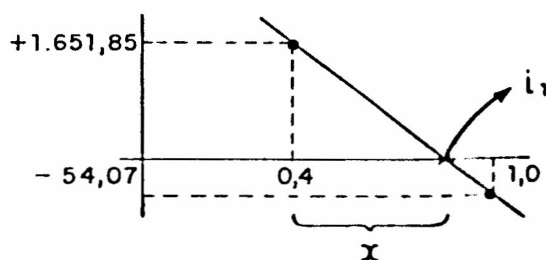
2.2) Cálculo da Taxa Interna de Retorno

$$-\frac{1.040}{(1+i)} - \frac{366}{(1+i)^2} + \frac{959,10}{(1+i)^3} + \frac{3.329,27}{(1+i)^4} + \frac{7.342,78}{(1+i)^5} = 0$$

Resolvendo por tentativas, temos:

para i = 36% ⟶ VP = 1.970,08
para i = 40% ⟶ VP = 1.651,85
para i = 100% ⟶ VP = - 54,07

Interpolando:



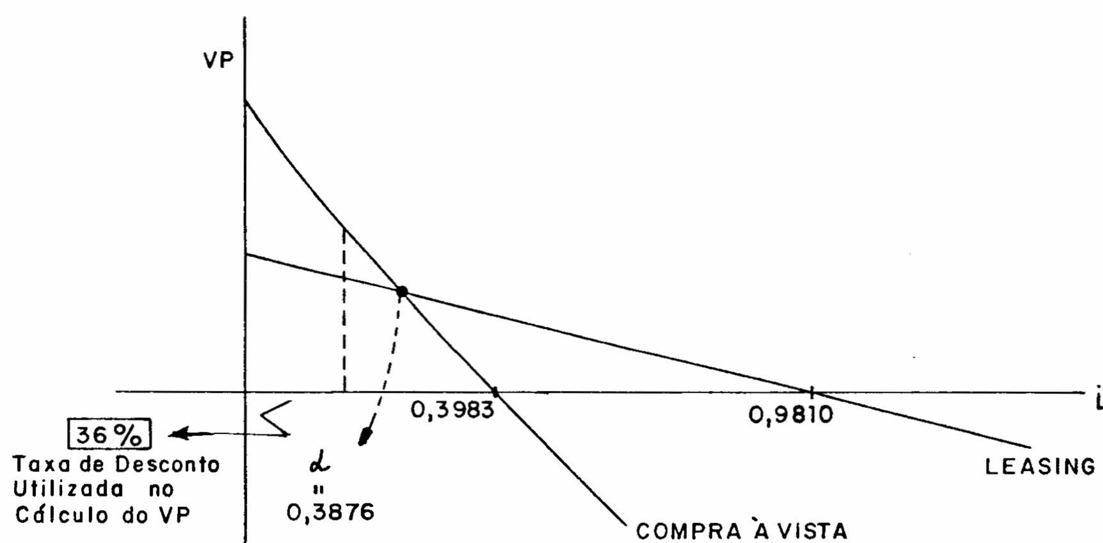
$$\frac{1.705,92}{0,6} = \frac{1.651,85}{x} \therefore x = 0,5810 \quad \text{(4 casa decimais)}$$

$$i_1 = 0,4 + 0,5810 = 0,9810$$

$$i_1 = 98,10\%$$

O resultado anterior, encontrado para a TIR, demonstra uma das principais falhas deste método, na avaliação de alternativas de investimento.

Consideremos o seguinte gráfico:



Para calcularmos $\underline{\alpha}$, devemos igualar os 2 fluxos de caixa:

$$-74.424 + \frac{20.760}{(1+\alpha)} + \frac{29.064}{(1+\alpha)^2} + \frac{40.689,60}{(1+\alpha)^3} + \frac{56.965,44}{(1+\alpha)^4} + \frac{79.751,62}{(1+\alpha)^5} =$$

$$= -\frac{1.040}{(1+\alpha)} - \frac{366}{(1+\alpha)^2} + \frac{959,10}{(1+\alpha)^3} + \frac{3.329,27}{(1+\alpha)^4} + \frac{7.342,78}{(1+\alpha)^5}$$

$$-74.424 + \frac{21.800}{(1+\alpha)} + \frac{29.430}{(1+\alpha)^2} + \frac{39.730,50}{(1+\alpha)^3} + \frac{53.636,17}{(1+\alpha)^4} + \frac{72.408,84}{(1+\alpha)^5} =$$

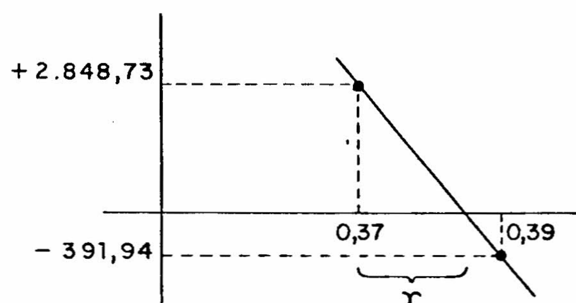
$$= 0$$

Por tentativas:

para $\alpha = 39\% \longrightarrow VP = -391,94$

para $\alpha = 37\% \longrightarrow VP = 2.846,73$

Interpolando:



$$\frac{3.240,7}{0,02} = \frac{2.848,73}{x}$$

$\therefore \; x = 0,0176$

$\alpha = 0,37 + 0,0176 = 0,3876$

$\alpha = 38,76\%$

Pelo gráfico, observemos que para taxas de desconto inferiores a 38,76% a compra à vista é superior ao leasing (maior valor presente) e vice-versa. Verificamos que apesar da taxa de retorno do leasing ser muito superior a da compra à vista (98,10% e 39,83% respectivamente) poderíamos ser induzidos a uma avaliação incorreta do problema, já que a taxa de desconto utilizada (36%) favorecia a alternativa da compra à vista.

3.2.4 - Comparação entre TIR e VP

O indicador do valor presente (VP) é um critério mais rigoroso e isento de falhas técnicas quando comparado ao indicador da taxa interna de retorno. Em muitos casos, os 2 métodos levam à mesma decisão, porém há situações em que isto não acontece (exemplo anterior).

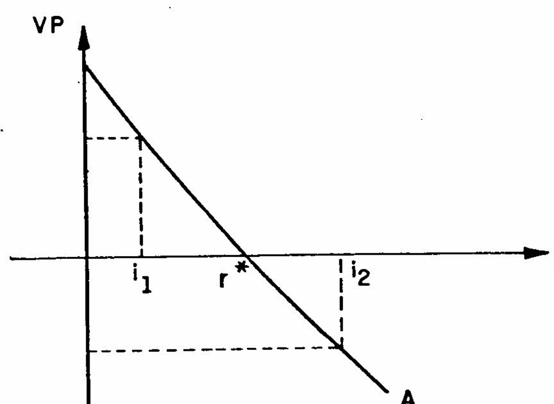
Algumas das desvantagens, que mostram a fragilidade da TIR como indicador para decisão de projetos, são citadas a seguir:

a) taxa de desconto constante ao longo do tempo, uma condição difícil de ocorrer na vida real.

b) taxas múltiplas (polinômio de grau n), dependendo do nº de mudanças de sinal no fluxo de caixa (Teorema de Sinais de Descartes).

c) não pode ser usado em projetos não convencionais.

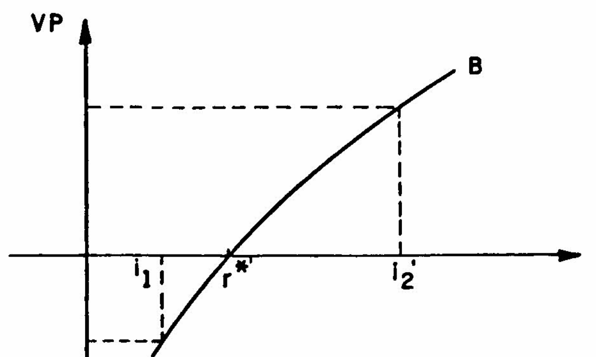
PROJETO CONVENCIONAL



$i_1 < r^* \Rightarrow$ aceito A

$i_2 > r^* \Rightarrow$ rejeito A

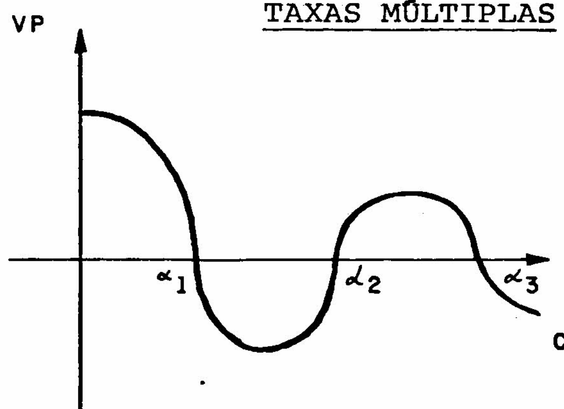
PROJETO NÃO CONVENCIONAL



$i'_1 < r^{*'}$ => aceito B?

$i'_2 > r^{*'}$ => rejeito B?

TAXAS MÚLTIPLAS



3.2.5 - Investimentos Incrementais

No caso de alternativas de investimento mutuamente exclusivas deve-se examinar a taxa de retorno obtida no acréscimo de investimento de uma em relação à outra. Sempre que essa taxa for superior à taxa mínima de atratividade, o acréscimo é vantajoso.

Havendo mais de 2 alternativas, podem-se colocar as várias alternativas em ordem crescente

de investimento exigido e calcular sucessivamente a taxa de retorno do incremento de investimento de cada proposta, em relação à anterior, eliminando-se as propostas cujo investimento incremental proporcionar taxa de retorno inferior à taxa mínima de atratividade.

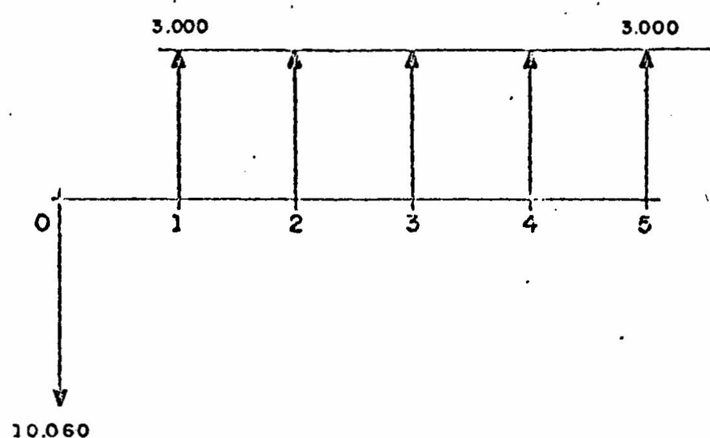
EXERCÍCIO 3

Um projeto será instalado e são apresentadas quatro alternativas expressas pelas propostas A, B, C e D através de seus fluxos de caixa:

ANO	PROPOSTA A	PROPOSTA B	PROPOSTA C	PROPOSTA D
0	-10.060	-20.000	-25.000	-30.000
1	3.000	5.550	6.800	8.500
2	3.000	5.550	6.800	8.500
3	3.000	5.550	6.800	8.500
4	3.000	5.550	6.800	8.500
5	3.000	5.550	6.800	8.500

Sendo 8% a taxa mínima de atratividade, determine a taxa de retorno de cada um deles e determine qual dentre eles é o melhor.

PROPOSTA A



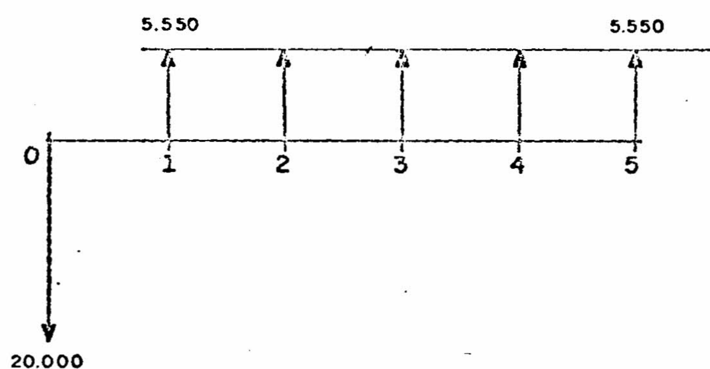
Pelo Método da TIR

$10.060 = 3.000\ (P/a)_5^i$, donde

$(P/a)_5^i = 10.060/3.000 = 3,353$

Logo, $i_A = 15\%$

PROPOSTA B



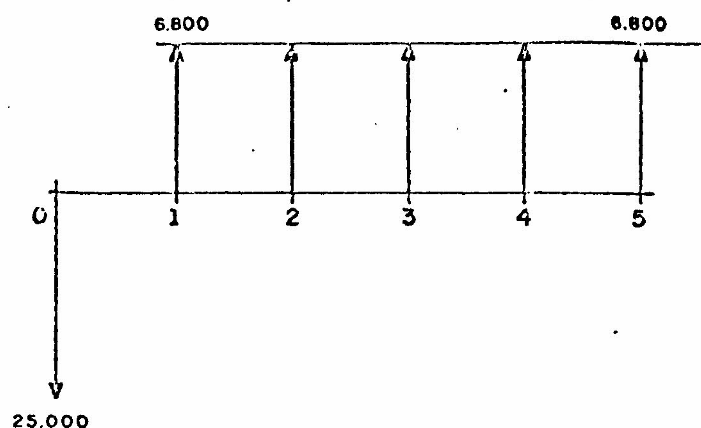
Pelo Método da TIR

$20.000 = 5.500\ (P/a)_5^i$, donde

$(P/a)_5^i = 20.000/5.550 = 3,6033$

Logo, $i_B = 12\%$

PROPOSTA C



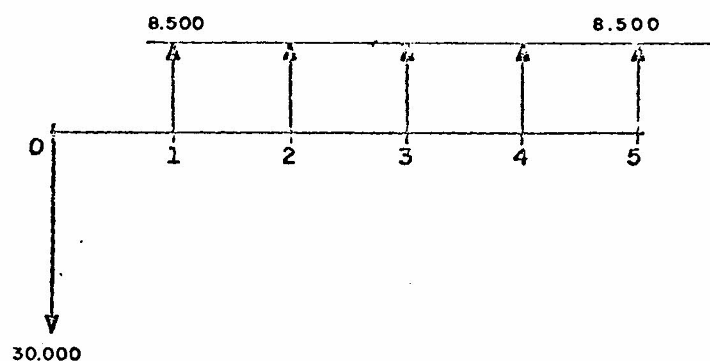
Pelo Método da TIR

$25.000 = 6.800\ (P/a)_5^i$, donde

$(P/a)_5^i = 25.000/6.800 = 3,6765$

Logo, $i_C = 12\%$

PROPOSTA D



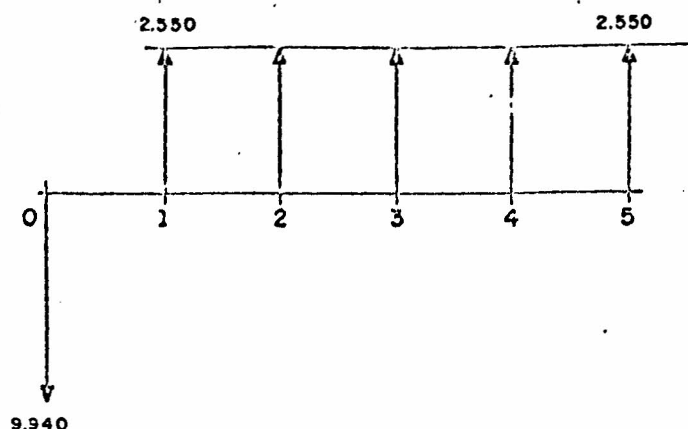
Pelo Método da TIR

$30.000 = 8.500\ (P/a)_5^i$, donde

$(P/a)_5^i = 30.000/8.500 = 3,5294$

$i_D = 13\%$

PROPOSTA (B-A)



Pelo Método da TIR

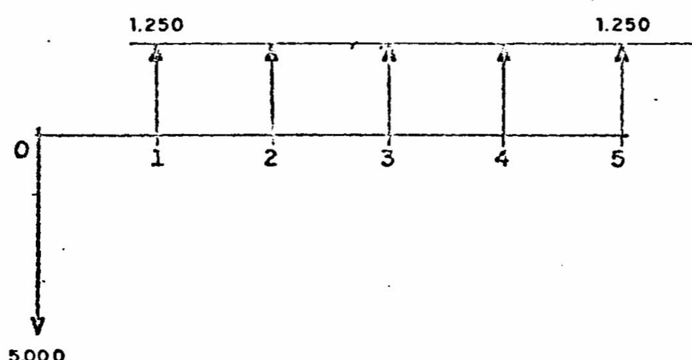
$9.940 = 2.550\ (P/a)_{5}^{i}$, donde

$(P/a)_{5}^{i} = 9.940/2.550 = 3{,}898$

$i_{B-A} = 9\%$ maior que 8% a taxa de atratividade

Logo a proposta B é melhor do que a A

PROPOSTA (C-B)



Pelo Método da TIR

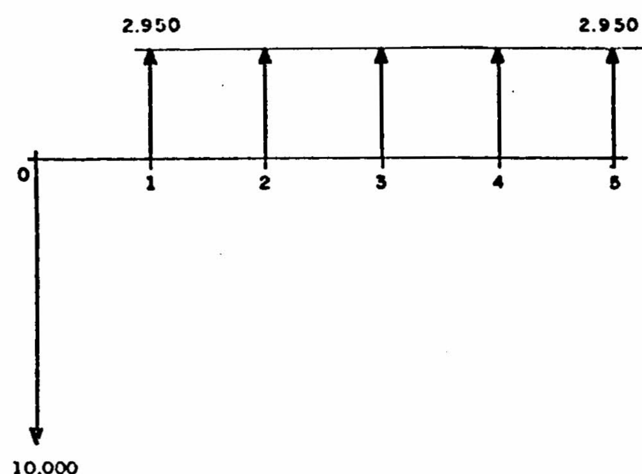
$5.000 = 1.250\ (P/a)_{5}^{i}$, donde

$(P/a)_{5}^{i} \cong 5.000/1.250 = 4$

$i_{C-B} = 7\%$ menor que 8% a taxa de atratividade

Logo esta proposta deve ser abandonada

PROPOSTA (D-B)



PELO MÉTODO DA TIR:

$10.000 = 2.950 \cdot (p/a)_5^i$, donde

$(p/a)_5^i = 10.000/2.950 = 3,3898$

$i_{D-B} = 14\%$ maior que 8% a taxa de atratividade

Logo,

A proposta D é a melhor das propostas apresentadas.

3.2.6 - Método do Valor Presente dos Custos Anuais (VPCA)

Em alguns casos não se aplica diretamente nem o método dos custos anuais (CA) nem o método do valor presente (VP), por serem diferentes tanto a época de implantação como a época de fim de vida útil dos equipamentos nas diversas alternativas.

É usado, então, o método do valor presente dos custos anuais (VPCA), que é uma combinação das técnicas utilizadas nos outros dois métodos.

Neste método (VPCA), inicialmente calculamos os custos anuais equivalentes a todos os investimentos e despesas envolvidas nas alternativas.

A seguir, escolhemos um horizonte de estudo conveniente.

Para os ítens, de alguma alternativa, que tenham uma vida útil estimada inferior ao horizonte de estudo, supomos que os custos anuais a eles referentes venham a se manter constantes até o fim do horizonte de estudo.

Como último passo, concentramos os custos anuais de cada alternativa no ano zero do estudo.

A alternativa que resultar no menor valor presente dos custos anuais é a melhor sob o ponto de vista econômico.

EXERCÍCIO 4

Uma certa localidade tem uma demanda prevista de 400 terminais no ano zero, 800 terminais no ano cinco e 1.200 terminais no ano dez. Para atender esta demanda são possíveis dois planos:

Plano I:

Implantar uma central de 1.200 terminais no ano zero, com um custo inicial de Cr$ 10.000.000,00

Plano II:

Implantar uma central com 400 terminais no ano zero, com um custo inicial de Cr$ 5.000.000,00 e ampliá-la com mais 400 terminais nos anos cinco e dez, cada implantação custando Cr$ 4.000.000,00.

A vida útil prevista para o equipamento a ser empregado em ambos os planos é de 30 anos e o valor residual nulo. O custo anual de manutenção é previsto em 3% do custo inicial. A taxa de juros considerada é de 10% ao ano. Escolher a melhor alternativa pelo método VPCA.

CUSTOS

Plano I:

Custo de implantação de 1.200 terminais = 10.000.000

Vida útil = 30 anos

Valor residual = zero

Custo anual de manutenção = 0,03 x 10.000.000 = 300.000

Plano II:

Custo de implantação dos primeiros 400 terminais =
= 5.000.000 (ano zero)

Vida útil = 30 anos

Valor residual = zero

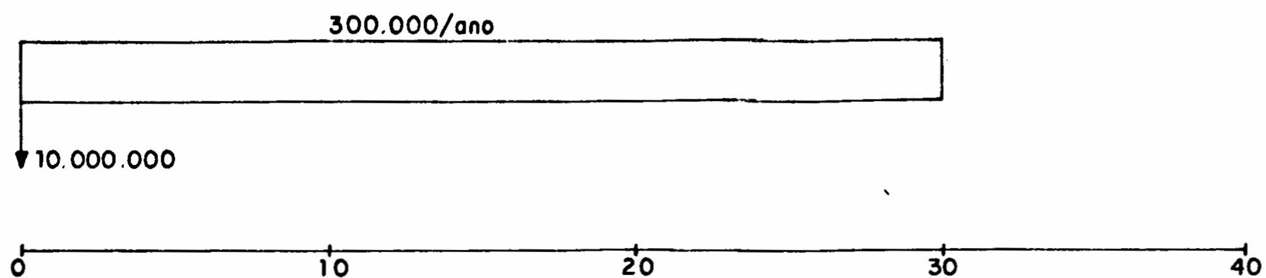
Custo anual de manutenção = 0,03 x 5.000.000 = 150.000

Custo de ampliação de 400 terminais = 4.000.000 (anos 5 e 10)

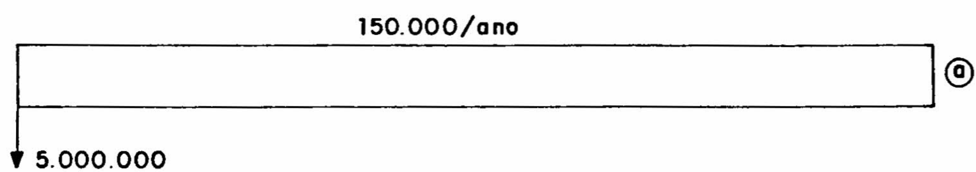
Vida útil = 30 anos

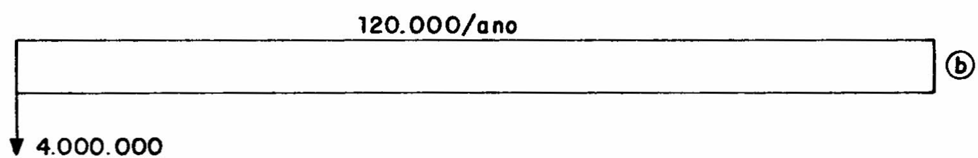
Valor residual = zero

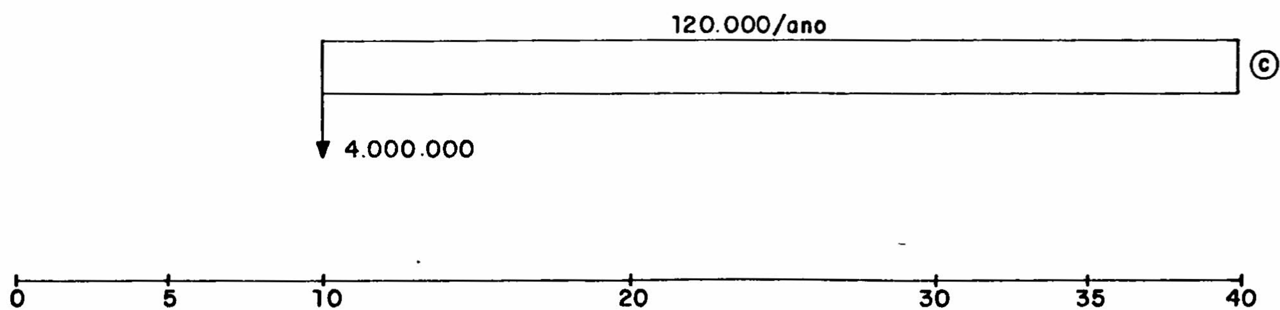
Custo anual de manutenção = 0,03 x 4.000.000 = 120.000



PLANO I







PLANO II

SOLUÇÃO

Plano I:

$CA_I = 10.000.000 \times (a/p)_{30} + 300,000$

$= 10.000.000 \times 0,10608 + 300.000$

$= 1.360.800$

$VPCA_I = CA_I \times (p/a)_{40}$

$= 1.360.800 \times 9,779$

$= \underline{13.307.263,20}$

Plano II:

$CA_{II\ a} = 5.000.000 \times (a/p)_{30} + 150.000$

$= 5.000.000 \times 0,10608 + 150.000$

$= 680.400$

$CA_{II\ b} = 4.000.000 \times (a/p)_{30} + 120.000$

$= 4.000.000 \times 0,10608 + 120.000$

$= 544.320$

$CA_{II\ c} = 4.000.000 \times (a/p)_{30} + 120.000$

$= 4.000.000 \times 0,10608 + 120.000$

$= 544.320$

$$VPCA_{II} = CA_{II\ a} \times (p/a)_{40} + CA_{II\ b} \times (p/a)_{40-5} + CA_{II\ c} (p/a)_{40-10}$$

$$= 680.400 \times 9,779 + 544.320 (5,988 + 3,635)$$

$$= \underline{11.891.622,96}$$

EXERCÍCIO 5

O presente estudo visa verificar a viabilidade econômica da introdução do carro elétrico como veículo para instalações e reparos de linhas e aparelhos (LA).

Atualmente a frota das empresas do Grupo TELEBRÁS empregada na instalação e reparação de LA vem sendo renovada basicamente com veículos de tipo VW-1300.

Hoje a frota conta com cerca de 2.000 veículos, sendo a taxa de renovação de 20% ao ano.

Os dados referentes ao VW-1300 são: Preço Cr$ 40.000,00; adaptação: Cr$ 5.000,00; vida útil de 5 anos; valor de revenda ao fim da vida útil: Cr$ 15.000,00; custo de manutenção: Cr$ 1.000,00 por mês. Espera-se que com a crescente introdução dos VW-1300 o consumo médio de gasolina fique em torno de 10 km/litro, sendo que cada veículo roda em média 1.500 km/mês. O preço atual da gasolina é Cr$ 6,00/litro.

Quanto ao carro elétrico, tem-se uma proposta de uma empresa nacional para o seu desenvolvimento e produção.

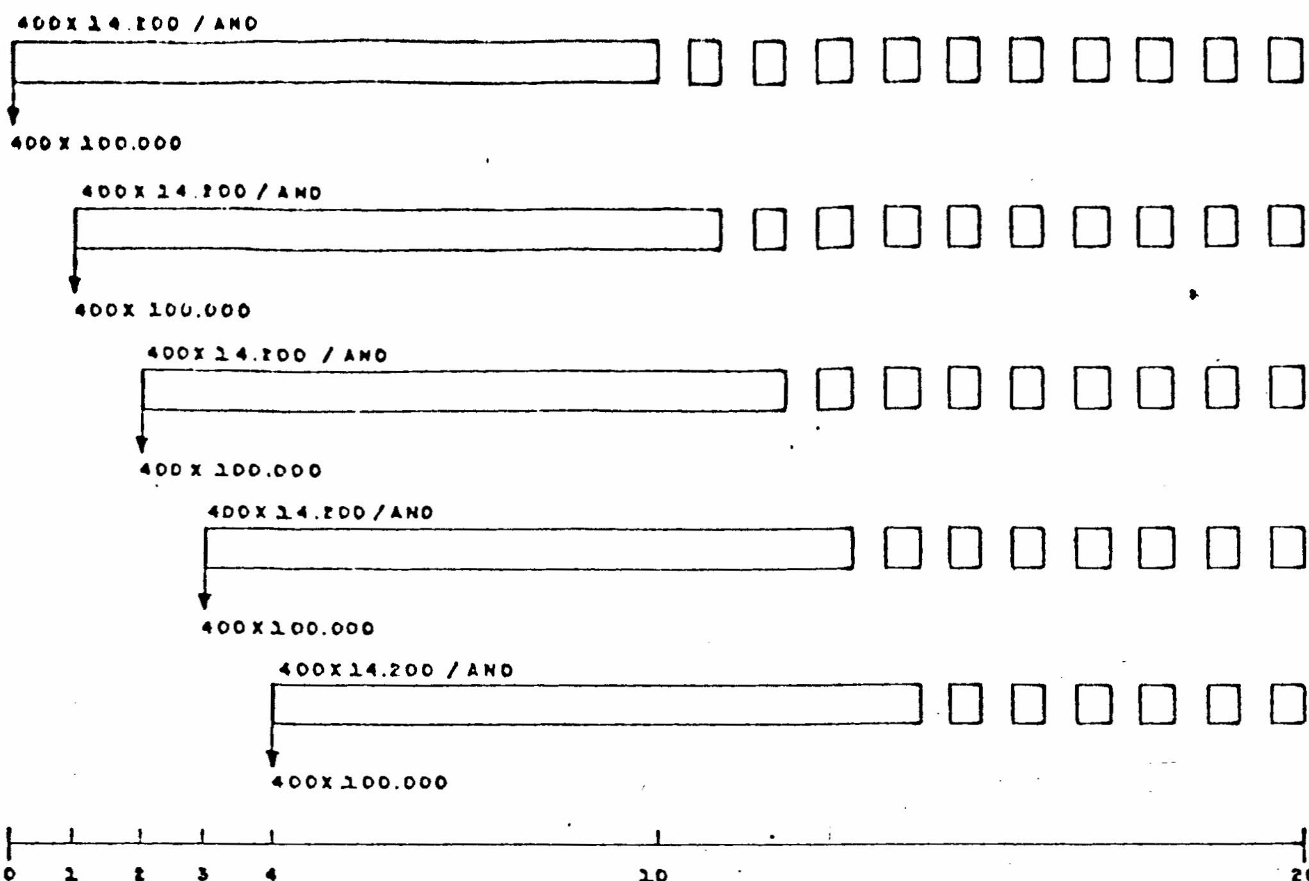
Os custos estimados seriam desenvolvimento: Cr$ 10.000.000,00. Preço de cada veículo: Cr$ 100.000,00. Cada veículo exige uma bateria nova por ano a um custo de Cr$ 10.000,00. O custo de manutenção é estimado em Cr$ 250,00/mês. A vida útil é de 10 anos, com um valor residual igual a zero.

O consumo de energia para a recarga diária das baterias é de 200 KW/hora por veículo/mês, sendo o custo médio KW/h para as empresas de Cr$ 0,50.

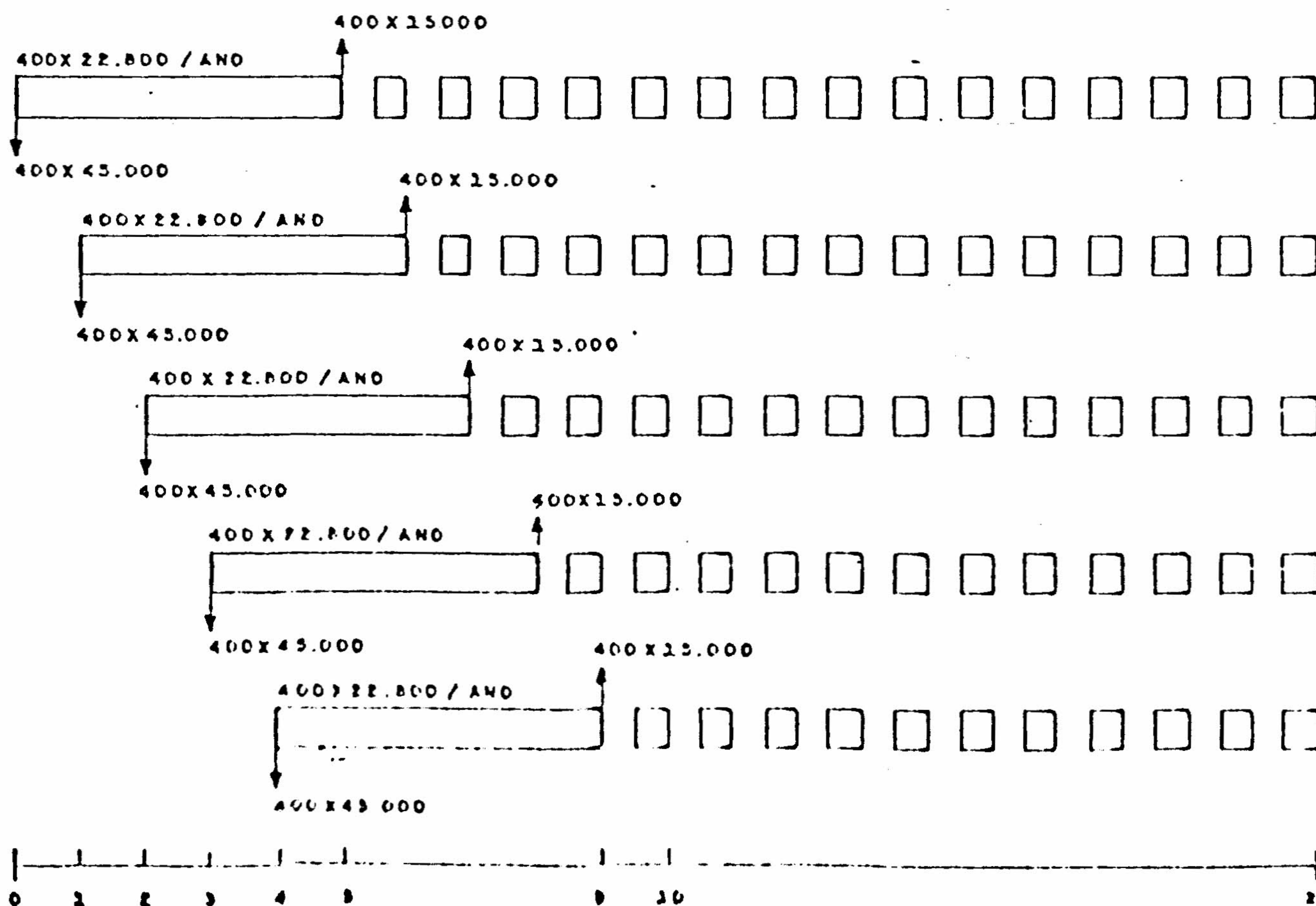
Prepare o estudo de comparação econômica, para os próximos 5 anos, entre as alternativas de continuar a renovar a frota com VW-1300 e passar a renová-la apenas com carros elétricos.

Considere que no período de planejamento (5 anos) o tamanho da frota não sofrerá alterações. Adote um horizonte de estudo de 20 anos e um custo de capital de 10% ao ano.

10.000.000



CARRO ELÉTRICO



Nº de veículos por ano = 20% x 2000 = 400

Custos

Carro elétrico

CI = 100.000
VU = 10 anos
VR = zero

Manutenção = 3,000/ano
Bateria = 10,000/ano
Energia = 1,200/ano

Custo anual operação = 14.200

VW - 1 300

CI = 45 000
VU = 5 anos
VR = 15 000

Manutenção = 12 000/ano
Consumo = 10 800/ano

Custo anual operação = 22 800/ano

Solução

Carro Elétrico

$$CA = 400\ (100.000\ (a/p)_{10} + 14.200)$$

$$400\ (100.000 \times 0{,}16275 + 14.200)$$

$$400 \times 30.475 = 12.190.000$$

$$VPCA = CA\ (\ (p/a)_{20} + (p/a)_{20-1} + (p/a)_{20-2} + (p/a)_{20-3} + (p/a)_{20-4}) + 10.000.000$$

$$= 12.190.000\ (8{,}514 + 7.605 + 6{,}778 + 6{,}027 + 5{,}344) + 10.000.000 = 417.726\ 920 + 10.000 = \underline{427\ 726\ 920}$$

<u>VW - 1 300</u>

$$CA = 400\ (45\ 000\ (a/p)_5 - 15\ 000\ (a/f)_5 + 22\ 800)$$

$$400\ (45\ 000 \times 0{,}2638 - 15\ 000 \times 0{,}1638 + 22\ 800)$$

$$= 400 \times 32\ 214 = 12.885\ 600$$

$$VPCA = CA\ ((p/a)_{20} + (p/a)_{20-1} + (p/a)_{20-2} + (p/a)_{20-3} + (p/a)_{20-4})$$

$$= 12.885\ 000 \times 34{,}268 = \underline{441.563\ 741}$$

ANEXOS

PERÍODO n	VALOR PRESENTE DE UMA QUANTIDADE FUTURA $(p/f)_n$	VALOR FUTURO DE UMA QUANTIDADE PRESENTE $(f/p)_n$	SÉRIE UNIFORME DE UMA QUANTIDADE PRESENTE $(a/p)_n$	SÉRIE UNIFORME DE UMA QUANTIDADE FUTURA $(a/f)_n$	VALOR PRESENTE DE UMA SÉRIE UNIFORME $(p/a)_n$	VALOR FUTURO DE UMA SÉRIE UNIFORME $(f/a)_n$
1	.9259	1.080	1.08000	1.00000	0.926	1.000
2	.8573	1.166	0.56077	0.48077	1.783	2.080
3	.7938	1.260	0.38803	0.30803	2.577	3.246
4	.7350	1.360	0.30192	0.22192	3.312	4.506
5	.6806	1.469	0.25046	0.17046	3.993	5.867
6	.6302	1.587	0.21632	0.13632	4.623	7.336
7	.5835	1.714	0.19207	0.11207	5.206	8.923
8	.5403	1.851	0.17401	0.09401	5.747	10.637
9	.5002	1.999	0.16008	0.08008	6.247	12.488
10	.4632	2.159	0.14903	0.06903	6.710	14.487
11	.4289	2.332	0.14008	0.06008	7.139	16.645
12	.3971	2.518	0.13270	0.05270	7.536	18.977
13	.3677	2.720	0.12652	0.04652	7.904	21.495
14	.3405	2.937	0.12130	0.04130	8.224	24.215
15	.3152	3.172	0.11683	0.03683	8.599	27.152
16	.2919	3.426	0.11298	0.03298	8.851	30.324
17	.2703	3.700	0.10963	0.02963	9.122	33.750
18	.2502	3.996	0.10670	0.02670	9.372	37.450
19	.2317	4.316	0.10413	0.02413	9.604	41.446
20	.2145	4.661	0.10185	0.02185	9.818	45.762
21	.1987	5.034	0.09983	0.01983	10.017	50.423
22	.1839	5.437	0.09803	0.01803	10.201	55.457
23	.1703	5.871	0.09642	0.01642	10.371	60.893
24	.1577	6.341	0.09498	0.01498	10.529	66.765
25	.1460	6.848	0.09368	0.01368	10.675	73.106
26	.1352	7.396	0.09251	0.01251	10.810	79.954
27	.1252	7.988	0.09145	0.01145	10.935	87.351
28	.1159	8.627	0.09049	0.01049	11.051	95.339
29	.1073	9.317	0.08962	0.00962	11.158	103.966
30	.0994	10.063	0.08883	0.00883	11.258	113.283
31	.0920	10.868	0.08811	0.00811	11.350	123.346
32	.0852	11.737	0.08745	0.00745	11.435	134.214
33	.0789	12.676	0.08685	0.00685	11.514	145.951
34	.0730	13.690	0.08630	0.00630	11.587	158.627
35	.0676	14.785	0.08580	0.00580	11.655	172.317
40	.0460	21.725	0.08386	0.00386	11.925	259.057
45	.0313	31.920	0.08259	0.00259	12.108	386.506
50	.0213	46.902	0.08174	0.00174	12.233	573.770
55	.0145	68.914	0.08118	0.00118	12.319	848.923
60	.0099	101.257	0.08080	0.00080	12.377	1253.213

FATORES DE CONVERSÃO PARA

CUSTO DO DINHEIRO A 8%

PERÍODO n	VALOR PRESENTE DE UMA QUANTIDADE FUTURA $(p/f)_n$	VALOR FUTURO DE UMA QUANTIDADE PRESENTE $(f/p)_n$	SÉRIE UNIFORME DE UMA QUANTIDADE PRESENTE $(a/p)_n$	SÉRIE UNIFORME DE UMA QUANTIDADE FUTURA $(a/f)_n$	VALOR PRESENTE DE UMA SÉRIE UNIFORME $(p/a)_n$	VALOR FUTURO DE UMA SÉRIE UNIFORME $(f/a)_n$
1	.9091	1.100	1.10000	1.00000	0.909	1.000
2	.8264	1.210	0.57619	0.47619	1.736	2.100
3	.7513	1.331	0.40211	0.30211	2.487	3.310
4	.6830	1.464	0.31547	0.21547	3.170	4.641
5	.6209	1.611	0.26380	0.16380	3.791	6.105
6	.5645	1.772	0.22961	0.12961	4.355	7.716
7	.5132	1.949	0.20541	0.10541	4.868	9.487
8	.4665	2.144	0.18744	0.08744	5.335	11.436
9	.4241	2.358	0.17364	0.07364	5.759	13.579
10	.3855	2.594	0.16275	0.06275	6.144	15.937
11	.3505	2.853	0.15396	0.05396	6.495	18.531
12	.3186	3.138	0.14676	0.04676	6.814	21.384
13	.2897	3.452	0.14078	0.04078	7.103	24.523
14	.2633	3.797	0.13575	0.03575	7.367	27.975
15	.2394	4.177	0.13147	0.03147	7.606	31.772
16	.2176	4.595	0.12782	0.02782	7.824	35.950
17	.1978	5.054	0.12466	0.02466	8.022	40.545
18	.1799	5.560	0.12193	0.02193	8.201	45.599
19	.1635	6.116	0.11955	0.01955	8.365	51.159
20	.1486	6.727	0.11746	0.01746	8.514	57.275
21	.1351	7.400	0.11562	0.01562	8.649	64.002
22	.1228	8.140	0.11401	0.01401	8.772	71.403
23	.1117	8.954	0.11257	0.01257	8.883	79.543
24	.1015	9.850	0.11130	0.01130	8.985	88.497
25	.0923	10.835	0.11017	0.01017	9.077	98.347
26	.0839	11.918	0.10916	0.00916	9.161	109.182
27	.0763	13.110	0.10826	0.00826	9.237	121.100
28	.0693	14.421	0.10745	0.00745	9.307	134.210
29	.0630	15.863	0.10673	0.00673	9.370	148.631
30	.0573	17.449	0.10608	0.00608	9.427	164.494
31	.0521	19.194	0.10550	0.00550	9.479	181.943
32	.0474	21.114	0.10497	0.00497	9.526	201.138
33	.0431	23.225	0.10450	0.00450	9.569	222.252
34	.0391	25.548	0.10407	0.00407	9.609	245.477
35	.0356	28.102	0.10369	0.00369	9.644	271.024
40	.0221	45.259	0.10226	0.00226	9.779	442.593
45	.0137	72.890	0.10139	0.00139	9.863	718.905
50	.0085	117.391	0.10086	0.00086	9.915	1163.909
55	.0053	189.059	0.10053	0.00053	9.947	1880.591
60	.0033	304.482	0.10033	0.00033	9.967	3034.816

FATORES DE CONVERSÃO PARA
CUSTO DO DINHEIRO A 10%